Aus der Abteilung für Phoniatrie und Audiologie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. H. Breuninger
der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
der Universität Tübingen

Ohrdominanz in Beziehung zur Händigkeit bei einem monaural dargebotenen Diskriminierungstest mit verbalen Stimuli

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
Gerlind Hofmann
aus Adelmannsfelden
1980

Aus der Abteilung für Phoniatrie und Audiologie
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. H. Breuninger
der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
der Universität Tübingen

Ohrdominanz in Beziehung zur Händigkeit bei einem monaural dargebotenen Diskriminierungstest mit verbalen Stimuli

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
Gerlind Hofmann
aus Adelmannsfelden
1980

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof. Dr. H. Heimann
Berichterstatter: Prof. Dr. H. Breuninger

MEINEN ELTERN

Vorwort

Ich möchte allen danken, ohne deren Hilfe diese Arbeit nicht hätte entstehen können:

Herrn Prof. Dr. med. Breuninger, HNO - Klinik der Universität Tübingen, für die Überlassung des Themas und für die Unterstützung bei seiner Bearbeitung,

Herrn Sesterheen, Toningenieur, HNO - Klinik der Universität Tübingen, für die Bereitschaft zur Herstellung des Testmaterials,

Herrn Deichsel, Diplommathematiker, Biometrisches Institut der Universität Tübingen, für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung	1
1.2. Historischer Überblick	2
1.2.1. Modelle zur Erklärung der Ohrdominanz	3
1.2.2. Untersuchungen zum monauralen Hören	7
1.2.3. Hemisphärendominanz und laterale Dominanz	14
2. Material und Methoden	17
2.1. Versuchspersonen	17
2.2. Versuchsbedingungen	17
2.3. Testmaterial	18
2.4. Testband	19
2.5. Durchführung des Versuchs	19
2.6. Auswertung	20
3. Ergebnisse	21
3.1. Diskussion	24
3.2. Zusammenfassung	30
4. Literaturverzeichnis	31

1. Einleitung

1.1. Problemstellung

Unter Ohrdominanz versteht man nach KIMURA (1963 b) die Superiorität eines Ohres gegenüber dem anderen, verbale oder tonale Stimuli zu unterscheiden.
Während mehrere Autoren annahmen, diese Ohrdominanz ließe sich nur bei einer dichotischen, konkurrierenden Testsituation induzieren, gelingt es nun immer mehr Autoren, diese Erscheinung auch unter monauralen Versuchsbedingungen darzustellen.

Der Zusammenhang zwischen Ohrdominanz, Händigkeit und Hemisphärendominanz wurde bisher noch nicht vollkommen geklärt. Da der Grad der Ohrasymmetrie beim monauralen Hören auch von der Komplexität des Materials abzuhängen scheint, soll der in dieser Untersuchung monaural dargebotene Diskriminationstest ein feineres Mittel als früher verwandtes Testmaterial darstellen, Ohrasymmetrien und ihre Zusammenhänge herauszufinden.
Es soll weiter untersucht werden, ob eine Beziehung zwischen Händigkeit und Ohrdominanz besteht. Wenn dies der Fall wäre, müßte sich eine Beziehung zwischen Linkshändigkeit und Linksohrdominanz und Rechtshändigkeit und Rechtsohrdominanz abzeichnen.

1.2. Historischer Überblick

Beim monauralen Hören handelt es sich wie beim dichotischen Hören um eine audiologische Methode, bei der sprachliche oder tonale Stimuli verwendet werden, um Erkenntnisse über die beim Hören zugrunde liegenden neuralen Verarbeitungsprozesse und deren Lokalisation im Zentralnervensystem zu gewinnen.

Lange Zeit beobachtete man die cerebralen Dominanzverhältnisse anhand von Patienten mit entsprechenden cerebralen Läsionen, DAX (1836), BROCA (1863), WERNICKE (1874).
Die morphologische Bestätigung der cerebralen Ausfälle, die man beobachtete, war an Operation oder Sektion gebunden.
Pharmakologisch, durch den Sodium-Amytal-Test, erfolgte die Lokalisation der sprachdominanten Hemisphäre durch WADA und RASMUSSEN (1960).

Während die bisher genannten Methoden mit einem Eingriff in den Körper verbunden sind, stellt das dichotische und monaurale Hörverfahren eine völlig ungefährliche Testmethode dar, um Erkenntnisse über Gehör und cerebrale Verarbeitungsmechanismen gewinnen zu können.
Diese Methoden erlauben auch Untersuchungen gesunder Personen und Aussagen über normale, physiologische Prozesse.

BROADBENT (1954) entwickelte zur Erforschung des selektiven Hörens einen dichotischen Hörtest. Dieser Hörtest wurde von KIMURA (1961a) für verschiedene Studien über cerebrale Dominanz benutzt.
BROADBENT (1954) fand beim dichotischen Hörverfahren einen Rechtsohreffekt für verbale Stimuli.
KIMURA (1961a) entdeckte, daß verbale Reize von dem Ohr,

das der sprachdominanten Hemisphäre gegenüber liegt, bei der dichotischen Stimulation besser erkannt werden als vom gleichseitigen Ohr.
Bei monauraler Stimulation erhielt KIMURA keine signifikante Ohrdifferenz.

Auch in Deutschland sind in diesem Zusammenhang Arbeiten von MATZKER (1958), FELDMANN (1960, 1965a, b), GUTEZEIT (1974) und BREUNINGER (1976) erschienen.

1.2.1. Modelle zur Erklärung der Ohrdominanz

Die Tatsache, daß bei dichotischer verbaler Stimulation das rechte Ohr eine Wahrnehmungsüberlegenheit aufweist, wurde von unzähligen Autoren bestätigt. Sie versuchten ihre Ergebnisse durch verschiedene Modelle und Konzeptionen zu erklären, vgl. auch ULLMANN (1974):

"Storage-model"

BROADBENT (1957) nahm an, daß zwei Arten von Mechanismen in dem physiologischen Vorgang zwischen Reizdarbietung und Reproduktion wirksam seien, ein p-System ("immedeate channel"), welches Information nur sukzessiv verarbeiten kann, und ein s-System ("storage channel"), welches Informationsüberschuß zu speichern vermag, während beispielsweise der p-Mechanismus dadurch voll in Anspruch genommen ist, die von einem anderen Übertragungsweg stammende Information zu übermitteln.
In jedem Falle würde demnach das Wort, welches zuerst mitgeteilt wird, unmittelbar das p-System durchlaufen, während das an zweiter Stelle berichtete Wort einige Zeit ge-

speichert wird und dabei dem Prozeß des Eindrucksschwunds ("trace-decay") unterliegt.

Diese Hypothese betrachtet nicht die laterale Wahrnehmungsinferiorität, sondern ein Defizit kurzfristiger Gedächtnisspeicherung als Hauptfehlerquelle beim dichotischen Hören. Der Genauigkeitsschwund wäre demnach eine Funktion der Zeit, die zwischen "input" und Bericht verstrichen ist.

"Order-effect-model"

Auch INGLIS (1965) vertrat die Auffassung, daß die Überlegenheit des rechten Ohres beim dichotischen Hören nicht von der primären Perception des Materials aufgrund der Aktivität der dominanten Hemisphäre abhängig ist, sondern lediglich von einer Tendenz in der Reihenfolge des Berichts. Diesem Konzept zufolge, müßte die bezeichnete Asymmetrie ausbleiben, sobald die Berichtsfolge kontrolliert wird.

"Differential-storage-model"

Dieses Modell beruht auf einer Variation der Hypothese von INGLIS. Hier ist der "input", der die dominante Hemisphäre erreicht, weniger störanfällig oder spontanem Schwund ausgesetzt als jener, der vorwiegend aufgrund der Aktivität der inferioren Hemisphäre dekodiert wird.

Diesem Konzept liegt die Annahme zugrunde, daß bei den meisten Menschen die linke Hemisphäre Prozesse kurzzeitiger Gedächtnisspeicherung stärker begünstigt als die rechte. Dem Modell zufolge kann die Überlegenheit des rechten Ohres beim dichotischen Hören in der Mehrzahl der Fälle sowohl im "free recall"-Verfahren als auch bei

"ordered recall" vorausgesagt werden.

In der kontrollierten Response-Sequenz besteht, bei Gültigkeit der bezeichneten Implikationen dieser Konzeption, nur ein geringer oder gar kein Unterschied zwischen der Genauigkeit des Berichts linksseitig übermittelten Materials, wenn es zuerst mitgeteilt wird, und der Genauigkeit in der Wiedergabe rechtsseitig herangeführten Materials, wenn dieses bei der Reproduktion an erster Stelle steht.
Beim Seitigkeitsvergleich des an zweiter Stelle abgegebenen Berichts jedoch, zeigte sich wieder die Überlegenheit des rechten Ohres. Die lateralen Asymmetrien vergrößerten sich, im Sinne dieses Modells, als eine Funktion der Zeit zwischen Speicherungsbeginn und Bericht.

Die Ergebnisse von BRYDEN (1963, 1967) widerlegten sowohl die Hypothese, die auftretenden Lateralitätserscheinungen stellten Effekte der Response-Sequenz dar, als auch die Vermutung, es handle sich hierbei nur um eine Repräsentation lateraler Differenzen beim Vorgang der Gedächtnisspeicherung auf der Basis der beiden cerebralen Hemisphären.
Daher sind die beiden erst genannten Modelle zur Erklärung des Gesamtphänomens zurückzuweisen.

"Perceptual-model"

Dieses Modell wurde von KIMURA (1961) entwickelt, Dem Modell zufolge, wird das Material, welches die dominante Hemisphäre erreicht, sorgfältiger wahrgenommen als jenes, welches zur anderen Hemisphäre gelangt.
Nach diesem Konzept ist die Dominanz des rechten Ohres bei freier und geregelter Reihenfolge des Berichts zu erwarten, ebenso wie bei Seitigkeitsvergleichen der an erster Stelle abgegebenen Berichte.

Die Neigung, den "input" des rechten Ohres zuerst wiederzugeben, wird durch die relative Stärke des Eindrucks als bestimmende Größe erklärt.

"Perceptual-threshold-model"

Einer Variante des von KIMURA entwickelten Modells zufolge, muß die der Dekodierung zugrunde liegende neurale Aktivität eine gewisse Schwelle unterschreiten, bevor Fehler auftreten.
Wegen der Spezialisierung der dominanten Hemisphäre für verbales Material wird der "input" dieser Hemisphäre schon vor Einsetzen eines Speicherungsprozesses als stärker über der Schwelle liegend angenommen als jener der inferioren Seite.
Entsprechend beurteilt man die Variation der Dauer bis zum Einsetzen eines Eindrucksschwunds.
Die Voraussagen aufgrund dieses Konzepts sind die gleichen wie jene des "differential-storage-model", aber im Unterschied zum letzteren basiert das erstere mehr auf einer Differenz der Wahrnehmung als der Speicherung.
Analog zum "perceptual-model" wird die Neigung vorausgesagt, bei der Wiedergabe mit dem "input" des rechten Ohres zu beginnen.

Als das Modell, welches sämtlichen Daten gerecht wird, kennzeichnete BRYDEN das "perceptual-threshold-model". Ihm zufolge tritt die Superiorität des rechten Ohres auf der Basis des "immediate channel" erst dann zutage, wenn die an den Probanden gerichtete Forderung schwierig genug ist, um einige Fehler hervorzurufen.

1.2.2. Untersuchungen zum monauralen Hören

Mehrere Autoren untersuchten mit unterschiedlichen Methoden und Testmaterial, ob sich auch unter monauraler Darbietung Ohrdominanz induzieren lasse.
Es wurde mit tonalen Stimuli, CVC (consonant-vowel-consonant)-Stimuli, Buchstaben, Wörtern, Sätzen und Zahlen gereizt.

Während DIRKS (1964) und KIMURA (1967) herausfanden, daß bei dichotischer Darbietung von verbalem Material sich eine Rechtsohrdominanz ergibt, verschwand bei ihren Untersuchungen unter monauraler Darbietung dieser Unterschied oder erreichte keine statistische Signifikanz.
Ebenso konnte LINDEN (1964) unter monauralen Bedingungen keine Ohrdominanz feststellen.
KIMURA stellte die Hypothese (Wahrnehmungs-Rivalitäts-Hypothese) auf, daß nur unter dichotischer Wettbewerbssituation Ohrdominanz sichtbar werden könne.

SIMON (1967) wies jedoch Ohrdominanz bei monauraler Darbietung mit einem einfachen RT (reaction-time)-Test nach.

BAKKER (1967) stellte Untersuchungen mit Zahlenserien und Tönen an, die in der richtigen Reihenfolge wiedergegeben werden mußten. Die Ergebnisse zeigten Linksohrdominanz für Töne. Bezüglich der Zahlenserien zeichnete sich nur ein Trend der Überlegenheit des rechten Ohres ab.
Mit einer weiteren Untersuchung erzielte BAKKER (1968) mit dem rechten Ohr für Zahlen ein besseres Ergebnis; es erreichte jedoch auch keine statistische Signifikanz.
BAKKER erschien es nun wahrscheinlich, daß sich Ohrasymmetrie auch bei monauraler Darbietung darstellen

lasse und der Wettbewerb bei dichotischer Darbietung dafür keine notwendige Voraussetzung sei.
BAKKER zeigte, daß das Problem der simultanen oder sukzessiven Aktivität das Auftreten der Asymmetrie nicht wesentlich beeinflußt.
BAKKER (1970) fand, daß aufgrund von "ear order" kein Lateralisationseffekt festgestellt werden konnte.
Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu dem von
PEARL (1970).

BAKKER (1969) machte ebenfalls Experimente mit
S e r i e n von mehreren Zahlen:
Unter der Bedingung, daß der Rang in der Reihenfolge richtig erkannt wurde, stellte sich eine Rechtsohrdominanz ein, jedoch nur für Rechtshänder.
BAKKER stellte weiterhin fest, daß schnellere Darbietung und längere Serien (5-Zahlen-Serie) den Grad der Ohrasymmetrie verstärkt.

BAKKER (1970a) zeigte durch Versuche mit Rechtshändern und Nichtrechtshändern, daß Rechtshänder eine Rechtsohrdominanz aufweisen. Diese Dominanz für verbales Material steigt mit fortschreitendem Kindesalter an.
Der Grad der Ohrasymmetrie scheint von der Länge und der Komplexität des monaural präsentierten Materials abzuhängen.
Nichtrechtshänder zeigten keine Rechtsohrdominanz für verbales Material.

NAGAFUCHI (1970) experimentierte mit übereinandergesprochenen zwei- und dreisilbigen Wortpaaren. NAGAFUCHI stellte ebenfalls fest, daß die monaurale wie die dichotische Diskriminierungsfähigkeit bei Kindern mit dem Alter zunimmt, und allgemein die monaurale Diskriminierungsfähigkeit des rechten Ohres leicht überlegen ist, wenn auch nicht signifikant.

Gegenüber dichotischer Stimulierung beobachtete NAGAFUCHI eine Abnahme der Diskriminationsfähigkeit um 50 % bei monauraler Darbietung.
Dreisilber, d. h. längere Stimuli, wurden korrekter unterschieden als Zweisilber.
Da monaural wie dichotisch v e r b a l e s Material angeboten wurde, erklärte sich NAGAFUCHI die unterschiedliche Diskriminationsfähigkeit zwischen beiden Methoden durch Mechanismen, die n i c h t durch die Sprache hervorgerufen werden.

GUTEZEIT (1974) machte bei auditiven Legasthenikern durch monaurale und binaurale Darbietung von Unsinnswörtern die Erfahrung, daß die auditiven Legastheniker mit dem linken Ohr deutlich mehr Fehler machen als Kontrollkinder von visuellen Legasthenikern. Er verwies auf die Bedeutung, welche die Mängel in der akustischen Analyse für den auditiven Legastheniker haben.

FRY (1974) berichtete von einer besseren Reaktionszeit, wenn Versuchspersonen auf Wortpaare wie "bit-pit" reagieren sollen und diese Wortpaare dem rechten Ohr präsentiert werden.

HAYDON et al. (1973) fanden ebenso eine Rechtsohrüberlegenheit bezüglich der Reaktionszeit auf CVC-Silben als Maß des Lateralitätseffekts, wenn die Personen nicht wußten, welches Ohr stimuliert würde.
Wenn außerdem Sprache entschlüsselt werden sollte, blieb die Ohrüberlegenheit erhalten aber die Antwort erfolgte später.
Aus diesen Ergebnissen schlossen HAYDON et al., daß es eine Rechtsohr- und vermutlich Linkshemisphärenüberlegenheit gibt, die mehr für die Mechanismen der Aufmerksamkeitsrichtung als der Sprache ausgeprägt ist.

HAALAND (1974) berichtete von elektroencephalographischen Untersuchungen bei Darbietung von verbalen Stimuli unter monauralen, dichotischen und diotischen Bedingungen.

SPARKS und GESCHWIND (1968) hatten zwei unterschiedliche Mechanismen, die auditorische und linguistische Analyse, für die auftretende Ohrdominanz unter dichotischen Testbedingungen verantwortlich gemacht.

HAALAND konnte mit seinen Ergebnissen diese These wenig stützen.
Er nahm an, daß die n e g a t i v e Komponente der evozierten Antwort mehr mit der auditorischen Analyse zusammenhinge. Entgegen seiner Erwartungen, zeigte die negative Komponente unter monauralen und dichotischen Bedingungen keine hemisphärische Asymmetrie. Er hatte, in Übereinstimmung mit SPARKS und GESCHWIND, eine Asymmetrie vermutet, wenn seine Annahme richtig war, und die auditorische Analyse überwiegend in der dem "imput" gegenüberliegenden Hemisphäre stattfinden sollte.

Die p o s i t i v e Komponente der evozierten Antwort war konstant asymmetrisch, variierte jedoch unter den verschiedenen Testsituationen nicht.

Diese Ergebnisse führten HAALAND zu dem Schluß, daß die positive Komponente sehr allgemein mit der linguistischen Natur der Aufgabe zusammenhängt und nicht mit der spezifischen linguistischen Analyse in Verbindung steht, wie es SPARKS und GESCHWIND behauptet hatten.
HAALAND folgerte, daß die Beziehung zwischen der positiven Komponente und verschiedenen psychischen Verfassungen, speziell der selektiven Aufmerksamkeit, zu vermuten sei.
Er nahm an, daß unter seinen Versuchsbedingungen oder seiner Methode, das hervorgerufene Potential nicht empfindlich genug unterscheidet, um hemisphärische Unterschiede zu entdecken.

FRANKFURTER et al. (1973) erklärten ihre Ergebnisse damit, daß Aufmerksamkeitsfaktoren und das Kurzzeitgedächtnis zur Rechtsohrdominanz beitragen. Es könne nicht geschlossen werden, daß Mechanismen, die lateralisierte Sprache entschlüsseln, nur auf einem phonemischen oder subphonemischen Niveau hervortreten.
Die Autoren erhielten eine Rechtsohrdominanz bei monaural dargebotenen Sätzen. Dieses Ergebnis spricht gegen die Theorie von KIMURA (1967), die Wahrnehmungs-Rivalitäts-Hypothese.

Ebenfalls für monaural präsentierte Sätze konnten JARVELLA et al. (1970) einen Rechtsohreffekt nachweisen, wenn zwischen der Darbietung der Stimuli und ihrer Wiedergabe eine entsprechend lange Zeitspanne eingeschoben wurde.

SAFER (1977) versuchte die Präferenz "Ton gegen Inhalt" herauszustellen.
Es wurden Texte in verschiedenen Tonlagen dargeboten. Die meisten Personen, die mit dem linken Ohr hörten, benutzten die Stimmfärbung, um den Sinn des Textes zu verstehen. Die meisten Personen, die mit dem rechten Ohr hörten, erkannten durch den Inhalt und nicht durch die Art der Stimme den Text.
Personen, die auf dem rechten Ohr hörten, erkannten beide Stimuli, Ton und Inhalt, genauer.
Die Versuchspersonen waren jedoch überwiegend Rechtshänder.

Mehrere Autoren untersuchten die Latenz und die Reaktionszeit auf monaural dargebotene Sprache, wie SIMON (1957), MORAIS et al. (1974), MORAIS (1975), GORDON (1975), CATLIN (1976) und BEVER (1976).

GORDON berichtete bei split-brain-Patienten und CATLIN bei gesunden Erwachsenen über eine bessere Reaktionszeit, wenn Wörter dem rechten Ohr präsentiert wurden.
Sie erklärten die Ergebnisse mit der größeren Effizienz des kontralateralen Systems.

BEVER fand bei seinen Untersuchungen zur Latenz eine Rechtsohr- und Linkshemisphärenüberlegenheit.
Er stellte fest, daß die Latenz geringer ist, nach der die rechte Hand auf den Anfangston einer monaural dargebotenen CVC-Silbe zeigt, wenn der Reiz an das rechte Ohr gelangt.
Unabhängig von Ohr und Hand, ist die Latenz zum Erkennen der ganzen Silbe gleich.
Er war somit der Auffassung, daß die linke Hemisphäre allein für Testaufgaben dominant sei, die eine Analyse der inneren Reizstruktur erfordern.

Untersuchungen mit tonalen Stimuli machten unzählige Autoren, von denen nur einige genannt werden sollen, wie DOEHRING (1972), BEVER (1974), SCHARF et al. (1976), DIVENYI (1977), WOLPAW et al. (1977) und JESTEDT (1977).

Die Autoren fanden bei monauraler Darbietung eine Dominanz des linken Ohres und eine Dominanz der rechten Hemisphäre bezüglich der Latenz (WOLPAW) und der Frequenzdiskriminierung (DOEHRING, JESTEDT).

WOLPAW bewies hemisphärische Differenzen, indem er feststellte, daß bei monauraler Stimulation die am Hörzentrum abgeleiteten Potentiale auf der Hemisphäre kontralateral zum stimulierten Ohr größer waren als die Potentiale auf der ipsilateralen Hemisphäre.
Die Latenz auf einen Reiz war über der kontralateralen rechten Hemisphäre geringer.

DOEHRING berichtete, daß die Genauigkeit, mit der das linke Ohr Intensitätsunterschiede festgestellt hatte, größer ist, daß aber kein signifikanter Unterschied zwischen den Ohren bezüglich der Frequenzdiskriminierung festgestellt werden konnte.
Die Ergebnisse zeigten, daß unter monauralen wie dichotischen Bedingungen die kontralaterale Verbindung des linken Ohres mit der Hemisphäre über die anderen ipsilateralen Bahnen dominiert, auch ohne konkurrierende Stimuli der dichotischen Darbietung.

DIVENYI und SCHARF et al. bestätigten diese Theorie durch Untersuchungen über die Hörschwelle, die für das dominante Ohr niedriger ist als für das nicht dominante Ohr.

1.2.3. Hemisphärendominanz und laterale Dominanz

Laterale Dominanz, beispielsweise Ohrdominanz und Handdominanz können als spezielle Ausprägung der Hemisphärendominanz angesehen werden.

Funktionelle Spezialisierung der beiden cerebralen Hemisphären tauchte durch die Beschäftigung mit Aphasien auf (DAX, 1838).
ZANGWILL (1962) erkannte JACKSON (1868, 1880) das Verdienst zu, als e r s t e r Aphasie in Verbindung mit Linkshemiplegie bei linkshändigen Patienten beschrieben zu haben.
Von einigen Ausnahmen abgesehen, akzeptierte JACKSON (1869) jedoch als dominante Hemisphäre diejenige, die kontralateral zu der bevorzugten Hand liegt. Diese Hemisphäre übernimmt im allgemeinen die Führung hinsichtlich der Handgeschicklichkeit und der Kontrolle artikulierter Sprache.
Bei den im Laufe der Zeit beobachteten Fällen einer Aphasie infolge von Läsionen der linken Hemisphäre bei linkshändigen Patienten, sprach BRAMWELL (1898, 1899) von gekreuzter Aphasie. Den durch diese Entdeckung gekennzeichneten Abschnitt in der historischen Entwicklung des Konzepts cerebraler Lokalisation, dem auch die Arbeiten WERNICKES (1874) und BROADBENTS (1872) zuzurechnen sind, bezeichnete HECAEN (1968) als die z w e i t e Phase, welche durch die d r i t t e abgelöst wird, die der Lokalisation eines Bewegungs- und Wahrnehmungszentrums.

Die v i e r t e Phase der Entwicklung kennzeichnet HECAEN (1968) durch die Annahme des funktionellen Überwiegens einer der beiden Hemisphären für je eine der drei Funktionen: Sprache, Wahrnehmung und Bewegung.

In einer f ü n f t e n Phase schließlich erfolgte eine Aufwertung der untergeordneten Hemisphäre, die man zuvor als "stumme" Zone betrachtet hatte. Man stellte fest, daß durch Läsionen der nicht dominanten Hemisphäre ebenfalls Symptome hervorgerufen werden, wenngleich solche anderer Art.

Hinsichtlich des Konzepts cerebraler Dominanz macht ZANGWILL auf zwei Fassungen aufmerksam, die klar unterschieden werden sollen:
Einmal geht man von der Hypothese aus, daß der zentrale Mechanismus, welcher der Sprache und möglicherweise anderen höheren Funktionen zugrunde liegt, vorwiegend in e i n e r Hemisphäre lokalisiert ist.
Andrerseits spricht man von Dominanz in der Weise, daß eine Hemisphäre eine direkte Kontrolle über die andere bei koordinierten Aktionen ausübt.

Wenn auch das Problem noch nicht geklärt ist, kann doch mit genügend Sicherheit gesagt werden, daß die Funktionen der Motorik, Sensorik, Sprache in einer unterscheidbaren asymmetrischen Art auf die Hemisphären verteilt sind. (ULLMANN, 1974)

LURIA (1966 b) meint sogar, daß der Grad der Dominanz von Person zu Person und von Funktion zu Funktion variiert. Bei genuiner cerebraler Dominanz handelt es sich um jene Ausprägungsform, die weder als pathologisch verursacht noch als milieubedingt angesehen werden kann.

Neuere Beiträge zur Klärung ätiologischer Fragen bezüglich der Seitigkeit beschäftigen sich mit dem Einfluß sozialer Bedingungen und auch der Vererbung als verursachenden Faktor, beispielsweise das Modell von ANNETT (1964, 1967, 1968):

Das von ANNETT herangezogene Modell macht für die Ausprägung der Seitigkeit zwei Allele verantwortlich:
"D", manifestiert Rechtshändigkeit und ist gewöhnlich dominant (DD); "R", manifestiert Linkshändigkeit und ist gewöhnlich rezessiv (RR), bei Heterozygoten jedoch teilweise bestimmend (DR).

SATZ et al. (1969) bestätigt die Theorie von ANNETT.
Nach Meinung der Autoren bildet die eindeutige kontralaterale Organisation zwischen Händigkeit und Sprachrepräsentation die Norm (DD und RR). Andere Ausprägungen (DR) stellen biologische Varianten dar, welche den Organismus für eine Reihe von endogenen und exogenen Belastungen empfänglich machen und den Prozeß lateraler Differenzierung verzögern.
Es kann jedoch noch nicht ausgesagt werden, ob die Beziehungen zwischen und innerhalb der Hemisphären vornehmlich durch genetische oder Umweltfaktoren verändert werden. (SEMMES, 1968)

2. Material und Methoden

2.1. Versuchspersonen

Die Gruppe der Rechtshänder bestand aus 22 Personen, 13 männlichen, 8 weiblichen; die Gruppe der Links- und Beidhänder bestand aus 11 Personen, 9 männlichen, 2 weiblichen. Die Versuchspersonen waren im Alter zwischen 20 und 30 Jahren.

2.2. Versuchsbedingungen

Laterale Dominanz kann mit der Aufgabenstellung wechseln, ULLMANN (1974). Um nicht auf das sehr subjektive und allgemeine Auswahlskriterium für Händigkeit, der Befragung der Testpersonen, angewiesen zu sein, wurde zur Bestimmung der Händigkeit der Hand-Dominanz-Test (HDT), STEINGRÜBER et al., verwendet.
Dieser Test beschränkt sich bewußt darauf, nur einen faktoriell möglichst homogenen Aspekt der Handdominanz zu erfassen. Der Test zur Erstellung eines Lateralitätsindex bestand aus einem Spurennachzeichnen, Kreisepunktieren und Quadratepunktieren.

Die erreichte Punktzahl, der Gesamtrohwert ΣD der drei Untertests entschied nach der bei STEINGRÜBER et al. näher bezeichneten Weise über die Händigkeit:
hoher Minuswert der erreichten Punktzahl entspricht ausgeprägter Linkshändigkeit, niedriger Pluswert entspricht Beidhändigkeit, hoher Pluswert entspricht ausgeprägter Rechtshändigkeit.

Es wurden alle Personen überprüft, die angaben Linkshänder oder Beidhänder zu sein. Rechtshänder wurden nur stichprobenweise überprüft. Es wurde von der Annahme aus-

gegangen, daß sich der kontinuierliche Prozeß der cerebralen Dominanz, der das ganze Leben abläuft, BROWN et al. (1975), auf gesunde Rechtshänder nicht ausschlaggebend auswirkt.
Alle 13 überprüften von insgesamt 22 Rechtshändern waren auch Rechtshänder nach dem HDT-Test.
Unter den überprüften Rechtshändern waren auch diejenigen, die beim Hörtest Linksohrvorteile aufwiesen.

Um Seitendifferenzen durch Schalleitungs- oder Innenohrstörungen, die den Testausfall beeinflussen könnten, auszuschalten, wurde mit allen Testpersonen der WEBER-Versuch durchgeführt.

Die Versuchspersonen sollten außerdem einer, bestimmten Altersklasse entsprechenden, Entwicklungsstufe angehören. Die Testsituation stellte hohe Anforderungen an das Kurzzeitgedächtnis und an die Konzentrationsfähigkeit, deshalb sollte das Ergebnis nicht schon aus diesem Grunde gestreut werden. Die Testpersonen waren Studenten im Alter von 20 bis 30 Jahren.

2.3. Das Testmaterial

Das Testmaterial bestand aus 8 Gruppen des dichotischen Diskriminationstests von FELDMANN (1965).
Jede Gruppe bestand aus zwei Untergruppen, jede Untergruppe aus 10 zusammengesetzten Worten, von denen der erste Teil ein Zweisilber und der zweite Teil ein Einsilber war.

2.4. Das Testband

Es wurde die Originalaufnahme von FELDMANN (1965) benutzt. Die Wortpaare sind aus der Untergruppe I und II gebildet, z.B.

I	II
Ofenrohr	Lattenzaun

Sie sind von demselben Sprecher in gleicher Lautstärke auf ein zweispuriges Tonband gesprochen.
Die Wörter der Untergruppe I erscheinen im Kanal I und die der Untergruppe II im Kanal II eines Zweikanal-Tonbandgerätes. Die Wörter sind bewußt langsam in einer etwas skandierenden Weise artikuliert, wobei besonders Wert darauf gelegt ist, daß die Wortpaare in beiden Tonbandspuren Silbe für Silbe zeitlich zusammenfallen.
Die Prüfwörter haben bei dieser Sprechtechnik eine Länge von etwa 3 sec. Die Pausen zwischen den einzelnen Wortpaaren betragen etwa 8 - 9 sec, um dem Untersuchten genügend Zeit zu lassen, beide Wörter nachzusprechen.

Diese Originalaufnahme wurde von uns einkanalig auf eine Kassette übernommen. Beide Untergruppen erscheinen so simultan auf e i n e m Kopfhörer.

2.5. Durchführung des Versuchs

Das Testband wurde über einen Kassetten-Recorder GRAETZ-Automatic-Recorder 300 abgespielt und über e i n e n Kopfhörer wiedergegeben.
Das Experiment fand in einem stillen Raum statt.
Der Versuchsperson wurde jede Gruppe des Testmaterials abwechslungsweise auf dem rechten bzw. dem linken Ohr präsentiert. Die Person wurde instruiert, auf beide Wörter zu achten und sie nachzusprechen. Es durfte auch ge-

raten werden.
Um Lerneffekte und Ermüdungserscheinungen auszugleichen, wurde bei je der Hälfte der Versuchspersonen mit dem rechten, bzw. dem linken Ohr begonnen.

Um auszuschließen, daß durch zufällig unterschiedliche Schwierigkeitsgrade im Testmaterial immer zur gleichen Zeit das gleiche Ohr aller Versuchspersonen stärker gefordert würde, begann jede Untersuchung mit einer anderen Testgruppe.

2.6. Auswertung des Versuchs
Es wurde oft nur die Hälfte eines Wortes verstanden. So war es sinnvoll, jede vollständig richtige Antwort, das entspricht 1 Doppelwort, mit zwei Punkten, eine halb richtige Antwort, das entspricht einem halben Doppelwort, mit einem Punkt, eine falsche oder ausgelassene Antwort durch null Punkte zu bewerten.

Es waren pro Gruppe (= 2 Untergruppen) 40 Punkte, insgesamt 320 Punkte pro Person zu erreichen. Das sind 160 Punkte für das rechte Ohr (≙ 100 %) und 160 Punkte für das linke Ohr (≙ 100 %).

3. Ergebnisse

Die erhaltenen Ergebnisse sind in den Tabellen 1 - 3 aufgeführt.

Tabelle 1

	n	Überlegenheit linkes Ohr	rechtes Ohr	kein Ohr
Rechtshänder	22	4	18	-
Links- u. Beidhänder	11	7	3	1

n = Anzahl der untersuchten Personen

Tabelle 2

	rechtes Ohr		linkes Ohr		beide Ohren	
	N	%	N	%	N	%
Rechtshänder	1676	47,6	1555	44,2	3231	45,9
Links- und Beidhänder	825	46,9	872	49,5	1697	48,2

N = Anzahl der erreichten Werte in Punkten

Tabelle 3

	Ø - Werte bei Überlegenheit des Ohres			
	Rechtshänder		Links- u. Beidhänder	
RD	rechts	links	rechts	links
%	5,95	5,05	2,19	6,55

RD = relative Diskriminierungsfähigkeit

$$= \frac{\text{Differenz Punktzahl (rechtes - linkes Ohr) x 100 \%}}{\text{Summe Punktzahl (rechtes + linkes Ohr)}}$$

Die statistische Auswertung der Versuchsdaten erfolgte durch das Biometrische Institut der Universität Tübingen mit einem Zeichentest von PFANZAGE (1968) und ergab:

1. Bei Rechtshändern konnte eine Rechtsohrdominanz auf dem 5 % - Niveau nachgewiesen werden ($p < 0,05$). (Tabelle 1)

2. Bei Links- und Beidhändern konnte eine geringe, aber nicht signifikante Linksohrdominanz nachgewiesen werden. (Tabelle 1)

3. Bei Links- und Beidhändern gab es relativ mehr linksohrdominante Versuchspersonen als bei Rechtshändern. Die beobachtete Differenz ist hoch signifikant ($p < 0,01$). (Tabelle 1)

4. Rechtsohrdominante Rechtshänder erkannten mit dem rechten Ohr mehr Stimuli als rechtsohrdominante Linkshänder

mit dem rechten Ohr.
Die Differenz ist nicht signifikant. (Tabelle 2)

5. Links- und Beidhänder erkannten mit dem linken Ohr mehr Stimuli als mit dem rechten Ohr.
   Die Differenz ist nicht signifikant.

6. Mit beiden Ohren zusammen erkannten Links- und Beidhänder mehr Stimuli als Rechtshänder.
   Die Differenz ist nicht signifikant. (Tabelle 2)

7. Es konnte keine Korrelation festgestellt werden zwischen dem Grad der Händigkeit und dem Grad des relativen Diskriminierungsvermögens.

8. Der Durchschnittswert der relativen Diskriminierungsfähigkeit von rechtsohrdominanten Links- und Beidhändern war geringer als von den übrigen Testpersonen.
   Die Differenz ist signifikant. (Tabelle 3)

9. Im Durchschnitt hörten die linksohrdominanten Rechtshänder mit dem überlegenen linken Ohr weniger als die linksohrdominanten Links- und Beidhänder mit dem überlegenen linken Ohr.
   Die Differenz ist nicht signifikant. (Tabelle 3)

3.1. Diskussion

Jedes Ohr hat seine Verbindung mit dem Hörzentrum in jeder Hemisphäre. Die Bahnen, welche die Ohren mit ihrer gegenseitigen Hemisphäre verbinden, scheinen größere Wirkung zu erzielen. KIMURA (1961) nahm schon an, daß der Zugang zu den Hemisphären Asymmetrie aufweist, die auf eine größere Faserzahl der kontralateralen Hörbahn, Okklusion der ipsilateralen schwächer ausgebildeten Bahn und auf eine Leitungsverzögerung und Signalverschlechterung im Bereich des corpus callosum in dichotischen Testsituationen zurückzuführen ist.

LINDEN (1964) berichtete noch, daß die Verständlichkeit für monaurale verzerrte Sprache für beide Ohren gleich ist und nahm an, daß die allgemein verminderte Verständlichkeit für verzerrte Sprache dem verminderten Leistungsvermögen des Hörzentrums zuzuschreiben ist.
Der Autor folgerte, daß monaurales Hören von simultan erscheinenden Wortpaaren als das gleiche angesehen werden kann wie ein Verständlichkeitstest bei verzerrter Sprache, und daß ein Unterschied besteht bezüglich der Mechanismen, die bei dichotischer bzw. monauraler Darbietung und Diskriminierung hervortreten.

Die vorliegende Arbeit beweist jedoch, daß in einer monauralen Testsituation von Rechtshändern signifikant mehr Wörter von dem rechten Ohr wahrgenommen werden als vom linken Ohr. In einer Testsituation, in der zwei verschiedene zusammengesetzte Worte unterschieden werden sollten, schien die dominante Hemisphäre eine Überlegenheit für die Diskriminierungsfähigkeit zu besitzen.

Für das Erhalten einer signifikanten Rechtsohrdominanz kann die Komplexität des Materials und das erwachsene

Alter der Testpersonen verantwortlich gemacht werden. NAGAFUCHI (1970) hatte Versuchspersonen im Alter von drei bis sechs Jahren und erhielt nur eine leichte Überlegenheit des rechten Ohres bei monauraler Darbietung von Zwei- und Dreisilbern. Die besten Ergebnisse erzielte er mit Dreisilbern; die Diskriminierungsfähigkeit stieg mit dem Alter der Kinder an.

BAKKER erhielt bei seinen ersten Untersuchungen keine Ohrdominanz wegen der Einfachheit des Materials.
Wie NAGAFUCHI fand auch BAKKER (1970 a) nur bei den älteren Gruppen seiner untersuchten Kinder eine Überlegenheit des rechten Ohres bei monaural präsentierten Zahlen. Der Grad der Ohrasymmetrie war am höchsten bei einer Reihe von fünf Zahlen.
Die besten Ergebnisse zur Ohrdominanz erhielt BAKKER (1969), als von den Versuchspersonen der genaue Rang der Ziffer in der Zahlenreihe wiedergegeben werden mußte und damit eine größere Anforderung an die Konzentrationsfähigkeit gestellt wurde.
BAKKER erklärte sich diese Ergebnisse damit, daß bei besonderer Aufmerksamkeitsausrichtung bei Rechtshändern die linke Hemisphäre der rechten Hemisphäre überlegen ist.

Bei Nichtrechtshändern konnte BAKKER keine Dominanz des rechten Ohres feststellen.

Die Erscheinung, daß mit dem Ansteigen der Komplexität sich auch die Überlegenheit des dominanten Ohres stärker auswirkt und damit auch die der kontralateralen dominanten Hemisphäre, kann von allen vorher beschriebenen Modellen nur von dem "perceptual-threshold-model" erklärt werden.

Die meisten Autoren wie HAYDON, HAALAND, FRANKFURTER erklären sich die Überlegenheit des rechten Ohres bei monauraler Stimulation mit einer Überlegenheit der linken Hemisphäre, die weniger die Mechanismen der Sprachdekodierung betreffen als Mechanismen, welche mit der Aufmerksamkeitsausrichtung zusammenhängen.

BEVER (1976) spricht von einer einseitig besser angelegten Fähigkeit zur Analyse der inneren Reizstruktur.

Auch NAGAFUCHI erklärt sich den Diskriminierungsabfall von 50 % bei monauraler Darbietung gegenüber dichotischer Darbietung durch Mechanismen, die nicht durch die Sprache hervorgerufen werden.

Die schon geschilderten Versuchsergebnisse verschiedener Autoren zeigen, daß es keine wesentlichen Unterschiede bei der Verarbeitung von monaural und dichotisch dargebotenem Material gibt, wenn das Material nur den gleichen hohen Grad an Komplexität bezüglich der Diskriminierung erreicht.

CATLIN (1976) beschreibt die neuralen Strukturen folgendermaßen:
" Da die kontralateralen Bahnen stärker sind als die ipsilateralen, VAUGN und RITTER (1970), ist anzunehmen, daß die funktionelle Bahn zur linken sprachdominanten Hemisphäre die kontralaterale für das rechte Ohr ist. Gleichermaßen ist für das linke Ohr die schwächere ipsilaterale Bahn die direkte, während die stärkere kontralaterale ein Glied und Verbindungsstück in der indirekten kontralateralen plus gekreuzten Bahn ist.

Es könnte sein, daß die Linksohr-Information der indirekten kontralateralen plus gekreuzten Bahn folgt und die

Rechtsohr-Information der kontralateralen Bahn folgt."

GORDON (1975) fand bei split-brain Patienten, daß sie keine verminderte Wahrnehmung des linken Ohres zeigten, wenn ihnen bei einer monauralen RT-Aufgabe angeboten wurde, verschiedene Einsilber zu diskriminieren.
Diese Patienten zeigten jedoch ein Wahrnehmungsdefizit des linken Ohres, wenn sie wiederholen mußten, was immer ihnen angeboten wurde, d. h., wenn sie jeden Ausdruck vollkommen analysieren mußten.

Nach CATLIN (1976) könnte es sein, daß für relativ einfache Aufgaben bei monauraler Darbietung eine Kombination bezüglich der Wahrnehmungsleitung stattfindet und die ipsilaterale Bahn bevorzugt wird.
Wenn jedoch der Wahrnehmungsprozeß schwieriger wird, könnte die kontralaterale plus gekreuzte Bahn für das linke Ohr an funktioneller Bedeutung gewinnen.

Die vorliegende Arbeit zeigt, daß die Händigkeit in Zusammenhang mit Ohrdominanz zu sehen ist.

Aus den vorliegenden Ergebnissen ergab sich eine signifikante Rechtsohrdominanz für Rechtshänder.
Obwohl nur eine leichte Linksohrdominanz für Links- und Beidhänder festzustellen war, konnte doch die Differenz der Ergebnisse beider Gruppen als signifikant angesehen werden. Das Testmaterial hatte genügend Komplexität, um auch bei monauraler Stimulation Ohrdominanzen festzustellen.
Es wäre denkbar, daß man mit dieser Methode und mit einer größeren Anzahl von ausgeprägten Linksh"ndern die Ergebnisse auch für Linkshänder statistisch besser absichern könnte.

Nach ULLMANN (1974) bleibt die Konstatierung von Seitenbevorzugungen in Bezug auf Händigkeit problematisch, solange über Ausprägungsgrad, Konstanz und Variabilität des Phänomens keine gesicherten Aussagen gemacht werden können.

Insofern ist es fraglich, ob der in diesem Versuch angewandte HDT-Test als Methode ausreicht, genauere Beziehungen festzustellen, da dieser Test bewußt nur einen speziellen Faktor der Händigkeit herausgreift.

KIMURA (1961, 1963) zeigte, daß das der dominanten Hirnhälfte gegenüber liegende Ohr eine höhere Effizienz im Hören sprachlichen Materials hat.

BRANCH, MILLNER und RASMUSSEN (1964) konnten mittels des WADA-Tests nachweisen, daß das Sprachzentrum bei Rechtshändern zu 90 % in der linken Hemisphäre, bei Linkshändern zu 49 % in der rechten Hemisphäre und bei Beidhändern zu 60 % in der linken Hemisphäre lokalisiert ist.

Wenn Ohrdominanz mit der Lokalisation des Sprachzentrums und die Lokalisation des Sprachzentrums mit der Ausprägung der Händigkeit in Beziehung steht, so ließe sich erklären, daß bei so wenig eindeutiger Ausprägung des Sprachzentrums bei Linkshändern und Beidhändern auch die Ohrdominanz bei dieser Arbeit nicht klarer hervorgetreten ist.

Wenn die Hypothese von BROWN (1975) bezüglich der Lateralisation der Sprache richtig ist, daß eine fortlaufende Spezifizierung der Sprachzone stattfindet, und deshalb Hemisphärendominanz inhaltlich gegliedert werden

muß, in Dominanz für welche Funktion, in welchem Alter und unter welchen Testbedingungen - und die enge Beziehung zwischen Hör- und Sprachzentrum berücksichtigt wird - so könnte ebenso die Differenzierung der Lateralisation bezüglich der Hörfähigkeit eine Streuung der Ergebnisse bewirkt haben.

3.2. Zusammenfassung

Es wurde an 22 Rechtshändern und an 11 Links- und Beidhändern untersucht, ob beim monauralen Darbieten eines dichotischen Diskriminierungstests eine unterschiedliche Ohrdominanz bei Rechtshändern und bei Links- und Beidhändern besteht.

Als verbale Stimuli wurden dreisilbige übereinandergesprochene Doppelwortpaare verwendet.

Die Untersuchung erwies eine signifikante Rechtsohrdominanz bei Rechtshändern und eine nicht signifikante Linksohrdominanz bei Links- und Beidhändern.

Bei den Links- und Beidhändern gab es signifikant mehr linksohrdominante Personen als bei den Rechtshändern.

Es konnte keine konstante Korrelation zwischen dem Grad der Händigkeit und dem Grad des relativen Diskriminierungsvermögens festgestellt werden.

4. Literaturverzeichnis

ANNETT, M.: A model of the inheritance of handedness and cerebral dominance. Nature, 204, 59-60 (1964)

ANNETT, M.: The binominal distribution of right, mixed, and left handedness. Quart.J.Exp.Psychol., 19, 327-333 (1967)

ANNETT, M.: Aspects of human lateral asymmetry an its bearing on intellectual developpment in childhood hemiplegia. Report of the Spastics Society (1968)

BAKKER, D.J.: Left-right differences in auditory perception of verbal and nonverbal material by children. Quart.J.Exp.Psychol., 19, 334-336 (1967)

BAKKER, D.J.: Ear asymmetry with monaural stimulation. Psychon.Sci., 12, 62 (1968)

BAKKER, D.J.: Ear asymmetry with monaural stimulation; task influences. Cortex, 5, 36-42 (1959)

BAKKER, D.J.: Ear asymmetry with monaural stimulation, relations to lateral dominance and lateral awareness. Neuropsychol., 8, 103-117 (1970a)

BAKKER, D.J.: Ear order effects and ear asymmetry with monaural stimulation. Neuropsychol., 8, 358-368 (1970b)

BEVER, T.G.; CHIARELLO, R.J.: Cerebral dominance in musicians and nonmusicians. Science, 185, 537-539 (1974)

BEVER, T.G.; HURTIG, R.R.; HANDEL, A.B.: Analytic processing elicts right ear supority in monaurally presented speech. Neuropsychol., 14, 175-181 (1976)

BRANCH, C.M.C.; MILNER, B.P.D.; RASMUSSEN, T.: Intra-carotic sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance. J.Neurosurg., 21, 399-405 (1964)

BREUNINGER, H.: Über audivisuelle dichotische Tests zur Prüfung der akustischen Wahrnehmung. Arch.HNO, 213, 465 (1976)

BROADBENT, D.E.: Immediate memory and simultaneous stimuli. Quart.J.Exp.Psychol., 9, 1-11 (1957a)

BROADBENT, D.E.: A mechanical model for human attention and immediate memory. Psychol.Rev., 64, 205-215 (1957b)

BROADBENT, D.E.; GREGORY, M.: Accuracy of recognition for speech presented to the right and left ears. J.Exp.Psychol., 16, 359-360 (1964).

BROWN, J.W.; JAFFE, J.: Note hypothesis on cerebral dominance. Neuropsychol., 13, 111-113 (1975)

BRYDEN, M.P.: Ear preference in auditory perception. J.Exp.Psychol., 65, 103-105 (1963)

BRYDEN, M.P.: An evalution of some models of laterality effects in dichotic listening. Acta Oto-Laryng., 63, 595-604 (1967)

CATLIN, J.; VANDERVEER, N.J.; TEICHER, R.D.: Monaural right-ear advantage in a target-identification task. Brain Lang., 3, 470-481 (1976)

DIRKS, D.: Perception of dichotic, monaural verbal material and cerebral dominance for speech. Acta Oto-Laryng., 58, 73-80 (1964)

DIVENYI, P.; EFRON, R.; YUND, E.W.: Ear dominance in dichotic cords and ear superiority in frequency discrimination. J.Acoust.Soc.Am., 62, 624-632 (1977)

DOEHRING, D.G.: Ear asymmetry in the discrimination of monaural tonal sequences. Canad.J.Psychol./Rev.Canad. Psychol., 26, 106-110 (1972)

FELDMANN, H.: Untersuchungen zur Diskrimination differenter Schallbilder bei simultaner, monauraler und binauraler Darbietung. Arch.Ohren-Nasen-Kehlk.-Heilk., 176, 601-605 (1960)

FELDMANN, H.: Dichotischer Diskriminationstest, eine neue Methode zur Diagnostik zentraler Hörstörungen. Arch.Ohren-Nasen-Kehlk.-Heilk., 184, 294-319 (1965)

FRANKFURTER, A.; HONECK, R.P.: Ear differences in the recall of monaurally presented sentences. Quart.J. Exp.Psychol., 25, 138-146 (1973)

FRY, D.B.: Right ear advantage for speech presented monaurally. Lang. and Speech, 17, 142-151 (1974)

GORDON, H.W.: Comparison of ipsilateral and contralateral auditory pathways in callosum-sectioned patients by use of a response-time technique. Neuropsychol., 13, 9-18 (1975)

GUTEZEIT, G.; VIETOR, K.: Untersuchungen zur mono- und biauralen Diskriminationsleistung. Z.Kinderheilkd., 117, 89-100 (1974)

HAALAND, K.Y.: The effect of dichotic, monaural and diotic verbal stimuli on auditory evoked potentials. Neuropsychol., 12, 339-345 (1974)

HAYDON, S.P.; SPELLACY, F.J.: Monaural reaction time asymmetries for speech and non speech sounds. Cortex 9, 288-294 (1973)

HECAEN, H.: La dominance eérébrale. Main droite et main gauche, Raoul Kourilsky et Pierre Grapin, Paris (1968)

INGLIS, J.: Dichotic listening and cerebral dominance. Acta Oto-Laryng., 60, 231-238 (1965)

JARVELLA, R.J.; HERMAN, S.J.; PISONT, D.B.: Laterality factors in the recall of sentences varying in semantic content. JASA, 48, 84 (1970)

JESTEDT, W.; WIER, C.: Comparison of monaural and binaural discrimination of intensity and frequency. J.Acoust.Soc.Am., 61, 1599-1603 (1977)

KIMURA, D.: Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. Canad.J.Psychol., 15, 166-171 (1961a)

KIMURA, D.: A note on cerebral dominance in hearing. Acta Oto-Laryng., 56, 617-618 (1963)

KIMURA, D.: Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. Cortex, 3, 163-178 (1967)

LINDEN, A.: Distorted speech and binaural resynthesis test. Acta Oto-Laryng., 58, 32 (1964)

LURIA, A.R.: Higher cortical functions in man. New York (1966b)

MATZKER, J.: Ein binauraler Hörsynthesetest zum Nachweis zerebraler Hörstörungen. Stuttgart (1958)

MORAIS, J.: Monaural ear differences for same-different reaction times to speech with prior knowledge of ear stimulated. Percept.Mot.Skills, 41, 829-830 (1975)

MORAIS, J.; DARWIN, C.J.: Ear differences for same-different reaction times to monaurally presented speech. Brain Lang., 1, 383-390 (1974)

NAGAFUCHI, M.: Development of dichotic and monaural hearing abilities in young children. Acta Oto-Laryng., 69, 409-414 (1970)

PEARL, N.T.: The application of the verbal transformation effect to the study of cerebral dominance. Neuropsychol., 8, 259-261 (1970)

PFANZAGE, J.: Allgemeine Methodenlehre der Statistik, Sammlung Göscher, Walter de Gruyter & Co., Berlin (1968)

SAFER, M.A.; LEVENTHAL, H.: Ear differences in evaluating emotional tones of voice and verbal content. J.Exp.Psychol.(Hum.Percept.), 3, 75-82 (1977)

SATZ, P.; FENNELL, E.; JONES, H.B.: Comments on: A model of the inheritance of handedness and cerebral dominance. Neuropsychol., 7, 101-103 (1969)

SCHARF, B.; FLORENTINE, M.; MEISELMANN, C.H.: Critical band in auditory lateralization. Sens.Processes, 1, 109-126 (1976)

SEMMES, J.: Hemispheric specialization: A possible clue to mechanism. Neuropsychol., 6, 11-26 (1968)

SIMON, J.R.: Ear preference in a simple reaction-time task. J.Exp.Psychol., 75, 49-55 (1967)

SPARKS, R.; GESCHWIND, N.: Dichotic listening in man after section of neocortical commissures. Cortex, 4, 3-16 (1968)

STEINGRUEBER, H.J.; LIENERT, G.: Hand-Dominanz Test (HDT), Handanweisung. Verlag für Psychologie Dr.C.J.Hogrefe, Göttingen (1971)

ULLMANN, J.F.: Psychologie der Lateralität. Hans Huber, Bern (1974)

WADA, M.S.; RASMUSSEN, T.: Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance, experimental and clinical observations. J.Neurosurg., 17, 266-282 (1960)

WOLPAW, J.R.; PENRY, J.K.: Hemispheric differences in the auditory evoked response. Electroencephalogr. Clin.Neurophysiol., 43, 99-102 (1977)

ZANGWILL, O.L.: Dyslexia in relation to cerebral dominance. J.Money, Reading disability progress and research needs in dyslexia. Baltimore, 103-113 (1962)

Lebenslauf

Am 20. 5. 1948 wurde ich, Gerlind Hofmann, in Adelmannsfelden, Krs. Aalen geboren.
Von 1955 bis 1959 besuchte ich die Volksschule in Hüttlingen, Krs. Aalen und in Heidenheim an der Brenz.
Danach besuchte ich dort die Realschule, wo ich 1965 die Fachschulreife ablegte.
Daraufhin begann ich 1965 mit einer Ausbildung in der Justizverwaltung, die ich 1967 mit der Prüfung für den mittleren Justizdienst abschloß.
Von 1967 bis 1973 war ich im Justizdienst in Heidenheim und in Stuttgart tätig.
Ab 1970 besuchte ich das Eberhard-Ludwigs-Gymnasium in Stuttgart als Abendschülerin und legte am 6.6.1973 dort die Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1973/74 begann ich Politikwissenschaft und Englisch an der Universität Stuttgart zu studieren, wechselte jedoch im Frühjahr 1974 das Studienfach und studierte nun Zahnmedizin an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.
Das Vorphysikum legte ich im März 1975, das Physikum im Oktober 1976, die zahnärztliche Prüfung (Staatsexamen) am 19.12.1979 ab.